

【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 27-184

補助事業名 平成27年度 油滴の自発走行現象を利用した環境浄化システム開発のための基礎研究 補助事業

補助事業者名 静岡理科大学 理工学部 物質生命科学科 南齋勉

1 研究の概要

我々は、これまでに特異的な条件下での油と水の界面で生じる自発的な流動に起因する油滴の自発的走行現象について、その発生メカニズムと運動の支配要因について検討してきた。本研究では、この油滴の自律走行システムを環境浄化に応用するための基礎的な検討を行う。この手法の特徴として、水中に低濃度で存在することから回収や分解が困難な界面活性剤をガラス面上に吸着させることで濃縮させ、これを自走液滴が回収する点にある。

2 研究の目的と背景

界面張力の勾配によって界面に流れが生じる現象は、マランゴニ効果と呼ばれ、蒸気機関やエンジンなどの人工の原動機が化学エネルギーを一旦熱エネルギーに変換してから運動エネルギーを生み出すのに対し、この現象は生体内におけるエネルギー変換と同様に、化学エネルギーを運動エネルギーに直接変換できるという特性を持つ。本研究ではこの現象を利用した環境汚染物質の回収システムの構築を目指す。

3 研究内容

[水中の環境汚染物質を回収しながら自律走行する油滴系に関する研究](#)

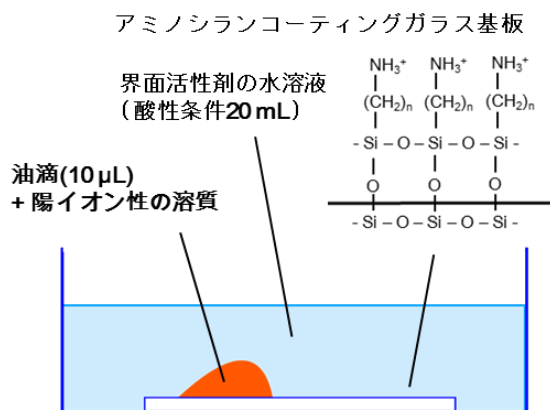


図1 陰イオン界面活性剤を回収しながら走行する油滴の実験系の模式図

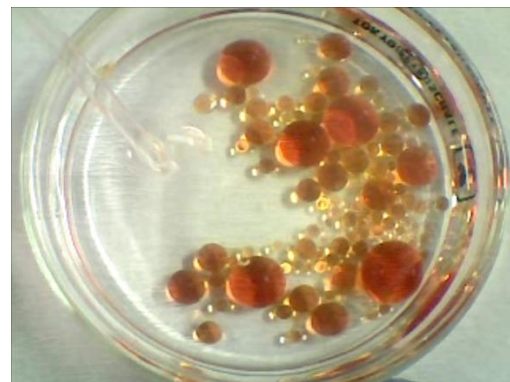


図2 シャーレの中の界面活性剤溶液中を動き回る多数の油滴

【ガラス基板のコーティング剤の最適化】回収対象である陰イオン界面活性剤が静電吸着するようにアミノシランやアミノ基をもつ親水ポリマーがコーティングされた正電荷表面スライドガラスを用い、コーティング剤の最適化を行った。コーティング剤の疎水性度の油滴運動への影響は小さくなく、走行に大きく影響する油滴の接触角が大きくなるMASコートガラス（アミノ基含有親水ポリマーコーティング）を用いることとした。

【油滴溶質の検討と最適化】水相中の界面活性剤と反応する油滴溶質として、様々な分子量の有機アミン（アニリン、N,N-ジメチルベンジルアミン、ビス-2-エチルヘキシルアミン、テトラ-n-ヘプチルアンモニウムブロミド、エチレンジアミン、p-フェニレンジアミン）を用い、それぞれの油滴の運動性と接触角の関係について検討した。分子量が大きい油滴溶質ほど油滴の運動性が增大したことから、ビス-2-エチルヘキシルアミン、テトラ-n-オクチルアンモニウムブロミドを用いることとした（下図3）。

【溶質濃度の影響評価】水相中の界面活性剤と反応する油滴溶質であるビス-2-エチルヘキシルアミンとテトラ-n-オクチルアンモニウムブロミドの濃度や、水相の塩酸濃度を変化させたときの油滴運動性への影響について評価した。ともに油滴運動に最適な濃度範囲が存在することが明らかとなった（下図4）。つまり、反応が促進されると運動性は増大するが、反応による接触角の増大が、界面活性剤による油滴の濡れを大きく上回ると自発走行が起こらなくなると考えられ、これは従来の系で確認されている傾向と一致した。

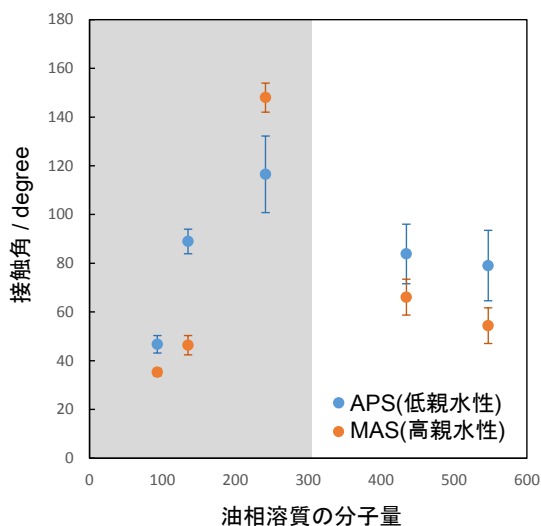


図3 油相溶質の分子量(大きさ)が油滴の接触角(運動性の指標)に与える影響

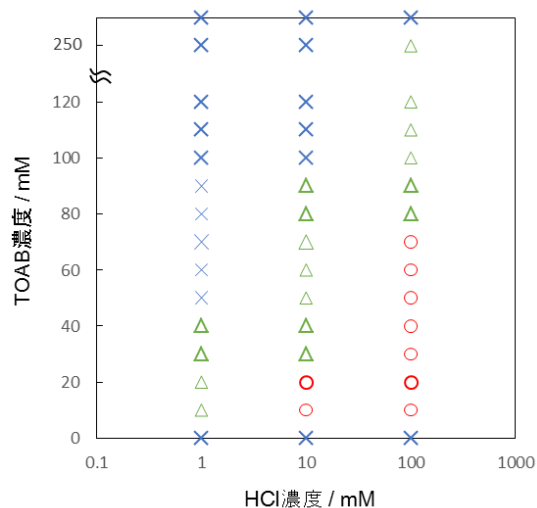


図4 水相の塩酸濃度(横軸)や油相の溶質濃度(縦軸)を変化させたときの油滴の運動性

【フッ素系界面活性剤の回収実験】

フッ素系界面活性剤であるペルフルオロオクタンスルホン酸を水相界面活性剤として油滴の運動性を評価した。炭化水素系界面活性剤であるドデシルベンゼンスルホン酸よりもフッ素系界面活性剤であるペルフルオロオクタンスルホン酸を用いた場合の方が油滴の運動性が増大した。

4 本研究が実社会にどう活かされるか一展望

今回の研究により、マランゴニ効果によって誘起される油滴の自発走行現象が、環境汚染物質として問題となりつつあるフッ素系界面活性剤の回収濃縮に利用できる可能性が示された。未だ基礎研究の域の結果であることから実用化への波及は直ぐには難しいが、現象の実用化に向けた数少ない報告となった。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

申請者はこれまで、油滴が運動するメカニズムや界面流動機構の解明など、基礎的な研究を積み重ねてきた。今回、現象の応用に向けた研究を本助成によって始めることができた。今回の研究結果を応用すれば、環境汚染物質だけではなく、有価物の回収システムとしても活用できる余地があり、研究の裾野はさらに広がると考えている。

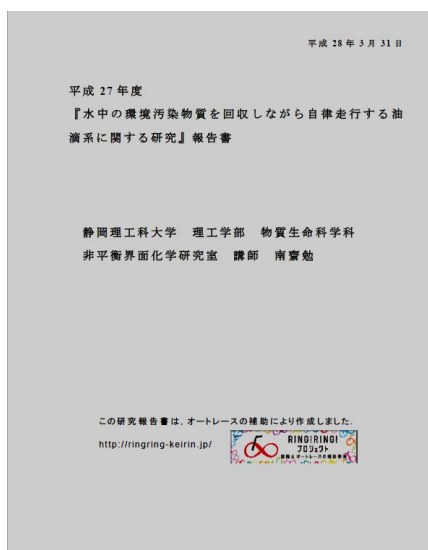
6 本研究にかかわる知財・発表論文等

なし

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

『水中の環境汚染物質を回収しながら自律走行する油滴系に関する研究』報告書



目次	
1 はじめに	1
2 実験	
2.1 接触角の測定	2
2.2 ガラス基板のぬれ性測定	3
2.3 油相溶質の分子量の運動挙動への影響	5
2.4 水相条件の接触角への影響	6
2.5 油相溶質の分子量の接触角への影響	6
2.6 有機フッ素系の界面活性剤を用いた系での油滴の運動性	7
3 結果と考察	
3.1 ガラス基板のぬれ性測定	8
3.2 油相溶質の分子量の運動挙動への影響	8
3.3 水相条件の接触角への影響	10
3.4 油相溶質の分子量の接触角への影響	13
3.5 有機フッ素系の界面活性剤を用いた系での油滴の運動性	14
4 結論	15
引用	16

(2)(1) 以外で当事業において作成したもの
なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 静岡理工科大学 理工学部 物質生命科学科

住 所： 〒437-8555

袋井市豊沢2200-2

申 請 者： 講師 南齋 勉

担 当 部 署： 非平衡界面化学研究室

E-mail： nanzai.ben@sist.ac.jp

URL： <http://buzz21ultrasonic.wix.com/nanzai>